

## © EPODOC / EPO

PN - DE 2741547 A 19790329  
PD - 1979-03-29  
PR - DE 19772741547 19770915  
OPD - 1977-09-15  
IN - KUHL MARTIN  
PA - ROSENTHAL TECHNIK AG  
EC - B60M1/18 ; H01B17/32  
IC - B60M1/18  
CT - DE 1035237 B [ ]; DE 2218342 A [ ]; DE 2154616 A [ ];  
DE 1804422 A [ ]; DE 1979169U U [ ]; DE 1912071U U [ ]

© WPI / DERWENT

TI - Section insulator contains glass fibre rod in polyfluorocarbon tube - and transition layer, e.g. of poly-di:methyl-siloxane]; used esp. for HT power lines

PR - DE 19772741547 19770915

PN - DE 2741547 A 19790329 DW 197914 000pp  
- DE 2741547 C 19830324 DW 198313 000pp

PA - (ROSX ) ROSENTHAL TECHNIK AG

IC - B60M1/18

IN - KUHL M

AB - DE 2741547 Section insulator, esp. for high voltage power lines, contains a thermoplastic fluorocarbon polymer tube seated, with radical prestressing, on glass fibre rod which is provided with terminal metallic suspension fittings. A transition layer, between inner surface of tube and surface of rod, diffuses into both surface of fluorocarbon polymer tube and glass fibre rod. The assembly combines high internal dielectric strength and resistance to weathering under working conditions.  
- The transition layer may be an etched layer produced by coating inner surface of the tube with a soln. of metallic Na in liq. anhydrous NH<sub>3</sub>. The layer may also be produced with an etching the soln. of metallic Na, naphthalene and THF. The tube may be of PTFE and the glass fibre rod may contain epoxy resin binder.

OPD - 1977-09-15

AN - 1979-26232B [14]

⑤

Int. Cl. 2

B 60 M 1/18

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 27 41 547 A 1

①

# Offenlegungsschrift 27 41 547

②

Aktenzeichen:

P 27 41 547.0

③

Anmeldetag:

15. 9. 77

④

Offenlegungstag:

29. 3. 79

③

Unionspriorität:

⑫ ⑬ ⑭

⑤

Bezeichnung:

Streckentrennerisolator

⑦

Anmelder:

Rosenthal Technik AG, 8672 Selb

⑧

Erfinder:

Kuhl, Martin, 8672 Selb

DE 27 41 547 A 1

Patentansprüche

1. Streckentrennerisolator, insbesondere für Hochspannungsfahrleitungen, bestehend aus einem Glasfiberstab, metallischen Aufhängearmaturen an seinen Enden und einem über den Glasfiberstab gezogenen Rohr aus einem thermoplastischen Fluorkohlenstoffpolymerisat, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das Rohr (2) mit radialer Vorspannung auf dem Glasfiberstab (1) sitzt und sich zwischen der Innenfläche des Rohres und der Oberfläche des Stabes eine Übergangsschicht befindet, an der die Oberfläche sowohl des Fluorkohlenstoffpolymerisats als auch des Glasfiberstabes eindiffundiert.
2. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Übergangsschicht ein auf die Innenfläche des Rohres (2) aufgebrachte Ättschicht ist, die mit einer Lösung von metallischem Natrium in flüssigem wasserfreien Ammoniak erzeugt ist.
3. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Übergangsschicht auf der Innenfläche des Rohres (2) als Ättschicht mit Hilfe von Natrium-Polyaryl-Ätherkomplexen, insbesondere einer Lösung aus Naphtalien, Tetrahydrofuran und metallischem Natrium gebildet ist.
4. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Übergangsschicht aus einer unverseifbaren thixotropen Paste besteht, deren Einfrierungstemperatur unter  $-50^{\circ}\text{C}$  liegt.

5. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1 und 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Übergangsschicht aus einem Polydimethylsiloxan besteht und ein nicht verseifbares Thixotropierungsmittel enthält.
6. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, 4 und 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Übergangsschicht aus einem Polysiloxan besteht, dessen organische Seitengruppen ganz oder teilweise aus Alkyl-, Aryl-, Fluoralkyl-, Wasserstoff- oder Silanolgruppen bestehen.
7. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das über den Glasfiberstab (1) gezogene Rohr (2) aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat besteht, das als Homo- oder Mischpolymerisat aufgebaut ist, dessen Seitengruppen ganz oder teilweise fluoriert sind.
8. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß über den Glasfiberstab (1) ein Rohr (2) aus Polytetrafluoräthylen gezogen ist.
9. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Glasfiberstab (1) quasi achsparallel von einem Ende zum anderen durchlaufende anorganische Glasfasern aus E-Glas enthält, deren gewichtsmäßiger Anteil zwischen 50 und 90 % liegt.
10. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß Bindeharz zwischen den Glasfasern aus einem dreidimensional vernetzbaren Harz besteht.
11. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1 und 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß als Bindeharz Epoxidharze mit

- 3 -

mehr als einer Epoxidgruppe je Mol des Bisphenol A-Typs oder des Bisphenol F-Typs oder eines Epoxidnovolaks Verwendung finden, die mit Dicarbonsäureanhydriden oder aromatischen Aminen gehärtet sind.

12. Streckentrennerisolator nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Bindeharz ein Gemisch aus Epoxidharz, Maleinsäureanhydrid oder einem anderen ungesättigten Carbonsäureanhydrid, Monostyrol sowie Vernetzern verwendet ist.
13. Streckentrennerisolator nach den Ansprüchen 1 - 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufhängearmaturen (3) an den Enden des Glasfiberstabes (1) einen Teil des Polytetrafluoräthylen-Rohres (2) umschließen.
14. Streckentrennerisolator nach den Ansprüchen 1 - 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke des Rohres (2) der Wanddicke der Aufhängearmaturen (3) in dem Teil der Aufhängearmaturen (3) entspricht, die dem Gleis zugewandt ist.
15. Streckentrennerisolator nach den Ansprüchen 1 - 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke des Polytetrafluoräthylen-Rohres (2) 1 bis 10 mm beträgt.
16. Verfahren zur Herstellung eines Streckentrennerisolators nach den Ansprüchen 1 bis 3 und 7 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein längliches Faser-

bündel aus endlosen Glasfasern hergestellt, dieses Faserbündel in einer reaktiven Epoxidharzmischung unter Vakuum imprägniert, das imprägnierte Faserbündel in das vorher geätzte Polytetrafluoräthylen-Rohr (2) eingezogen, die Rohrenden hermetisch verschlossen, das gefüllte Rohr in eine beheizbare zweiteilige Form gebracht, deren Innenkontur derjenigen des Polytetrafluoräthylen-Rohres (2) entspricht, daran anschließend die Form auf die Reaktionstemperatur des Imprägnierharzes gebracht und bis zur Aushärtung des Imprägnierharzes um das Rohr belassen wird.

17. Verfahren zur Herstellung eines Streckentrennerisolators nach den Ansprüchen 1 und 4 bis 15, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein längliches Faserbündel aus endlosen Glasfasern hergestellt, dieses Faserbündel in einer reaktiven Epoxidharzmischung unter Vakuum imprägniert, das imprägnierte Faserbündel in das Polytetrafluoräthylen-Rohr (2) eingezogen, die Rohrenden hermetisch verschlossen, das gefüllte Rohr (2) in eine beheizbare zweiteilige Form gebracht, deren Innenkontur derjenigen des Polytetrafluoräthylen-Rohres (2) entspricht, daran anschließend die Form auf die Reaktionstemperatur des Imprägnierharzes gebracht und bis zur Aushärtung des Imprägnierharzes um das Rohr belassen, der so gehärtete Stab aus dem Polytetrafluoräthylen-Rohr (2) herausgezogen, die Oberfläche des Stabes mit Silikonpaste bestrichen, das Rohr mit Silikon-Paste gefüllt, das Rohr (2) auf eine Temperatur zwischen +40 und +150° C erwärmt und sodann das Rohr (2) auf den Glasfiberstab (1) aufgeschoben wird.

2741547

Rosenthal Technik AG

-5-

Selb, den 09.09.1977  
Re/li/RT.P. 1326

RT.P. 1326

Verbundisolator für Hochspannungsfahrleitungen und  
Verfahren zu seiner Herstellung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Hochspannungsverbundisolatoren, insbesondere Isolatoren zum elektrischen Trennen von zwei aneinandergrenzenden Hochspannungsfahrleitungen, bei denen der Strom von einem Oberleitungsfahrdraht mittels eines Kollektors abgenommen wird. Dieses abschnittsweise Trennen von Fahrleitungen ist notwendig für Montagearbeiten innerhalb eines bestimmten Bereiches sowie zur Abtrennung von Nebengleisen. Die für diese Streckentrennungen benötigten Isolatoren müssen daher in der Lage sein, zwei Streckentrennabschnitte gegeneinander zu isolieren, wobei sich dieser Isolator unter der gleichen Zugkraft befindet wie der Fahrdraht. Neben dieser Zugkraft treten in der Fahrleitung eine vielfache Art von Schwingungen auf, die durch den Stromabnehmer von vorbeifahrenden Zügen und Windkräften hervorgerufen werden.

Hochspannungsverbundisolatoren aus Kunststoffen sind seit längerer Zeit bekannt und werden seit einiger Zeit in Hochspannungsfreileitungen und -Fahrleitungen mit Erfolg eingesetzt. Im Gegensatz zu Streckentrennerisolatoren bei Fahrleitungen sind die an anderen Stellen eingebauten Fahrleitungsisolatoren weitaus weniger beansprucht. Das rührt daher, daß der

/ 2

909813/0089

Streckentrennerisolator in die Nähe der Fahrdrachse eingebaut werden muß, infolgedessen die elektrische äußere Isolation des Isolators nicht wie üblich mit weit ausladenden Schirmen hergestellt werden kann. Außerdem ist der Isolator den Abreißfunken der vorbeifahrenden Stromabnehmer ausgesetzt und liegt stets im Zentrum der Erzeugung von mechanischen Schwingungen.

Infolge ihres großen Gewichtes sind Streckentrennerisolatoren aus konventionellen, heute gebräuchlichen Isolierstoffen, wie Porzellan und Glas mit dem Nachteil des großen Gewichtes behaftet. Streckentrennungen, die mit derartigen Isolatoren isoliert sind, können daher nur mit geringen Geschwindigkeiten befahren werden. Man hat deshalb bereits vorgeschlagen, Isolatoren aus Kunststoffen, wie z. B. Fluorkohlenstoffpolymerisate zur Isolation von zwei Streckenabschnitten gegeneinander zu verwenden.

Das DT-GM 19 12 017 beschreibt einen Zugisolator, der aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff besteht. Der Querschnitt dieses Zugisolators ist rechteckig ausgebildet. Derartige Isolatoren erweisen sich in Hochspannungsfreileitungen und -Fahrleitungen als nicht besonders zuverlässig, da der glasfaserverstärkte Kunststoff gegen die Witterungseinflüsse und gleichzeitig auftretenden elektrischen Beanspruchungen nicht beständig ist. Auf der Oberfläche dieses Werkstoffes bilden sich Kriechspuren aus, die zum Überschlag des Isolators führen. Die elektrischen Eigenschaften des Isolators werden dadurch dauernd vermindert.

y

Weiterhin ist ein Verbundisolator aus einem glasfaserverstärkten Kunststoffstab mit Armaturen gemäß dem DT-GM 19 79 169 bekannt, wobei auf dem GFK-Stab abwechselnd aufgefädelt Schirme und elastische Zwischenscheiben aufgebracht sind, deren Kontur so ausgebildet ist, daß sie sich gegeneinander nicht verdrehen können. Ein derartig aufgebrachter Schutzüberzug über den GFK-Stab ist zwar im Anfang wirkungsvoll, nach gewisser Einwirkungsdauer von Feuchtigkeit, die immer in der freien Atmosphäre vorhanden ist, kriecht die Feuchtigkeit in den Spalt zwischen diesem Überzug und den GFK-Stab hinein, was dann zu einem elektrischen Durchschlag führt.

Ferner wird ein ähnlicher Streckentrennerisolator in der DT-OS 21 54 616 vorgeschlagen. Dieser Zugisolator besteht auch aus einem harzgebundenen Glasfiberstab mit rundem Querschnitt, der mit einem lichtbogen- und abriebbeständigen Überzug umgeben ist, der aus einer Reihe von Keramik-Rohrabschnitten besteht, die auf den Stab aufgefädelt und durch Beilagscheiben aus Polytetrafluoräthylen getrennt sind, wobei dieses Scheibenpaket durch End-Fittings zusammengepreßt wird. Diese End-Fittings sind zur Aufhängung des Isolators an den Fahrdraht bestimmt. Auch bei diesem Isolator ist das Eindiffundieren von Feuchtigkeit in die innere Berührungsfläche zwischen diesem Scheibenpaket und dem GFK-Stab gegeben, so daß nach einiger Zeit während des Betriebes immer ein Durchschlag des Isolators eintritt.

Insbesondere bei Polytetrafluoräthylen (PTFE) ist es schwierig, dieses Material mit einem glasfaserverstärkten Stab zu verbinden, wenn diese Verbindung elektrisch und feuchtigkeitsdicht sowie mechanisch und thermisch hochbeanspruchbar ausgeführt werden soll. In der DT-OS 18 04 422 wird aber bereits vorgeschlagen,

/ 4

- 4 -

- 8 -

eine vorgeformte Hülse aus einem elastomerischen polymeren Isoliermaterial über einen GFK-Stab zu schieben, und den zwischen Stab und Hülse befindlichen Raum mit einem Klebharz auszufüllen, das sich beim Aushärten mit dem Stab und der Hülse verbindet. Die Oberfläche der Hülse soll dadurch gebunden werden, indem sie vorher mit einem geeigneten Ätzmittel behandelt wird. Streckentrennerisolatoren, die nach diesem Verfahren hergestellt worden sind, sind ebenfalls den Betriebsbeanspruchungen in einer Fahrleitung nicht gewachsen. Dies rührt daher, daß bei Aushärtung dieses Klebharzes im Zwischenraum zwischen dem Stab und dem Rohr dieses bei Überführung von der flüssigen in die feste Phase einen chemischen Schwund erleidet. Dieser chemische Schwund ist so ausgerichtet, daß das Klebmaterial auf den Stab aufschwindet und von der innen geätzten Hülse abschwindet. Infolgedessen ist die Haftwirkung des Klebers an der Hülse stark vermindert. Aus diesem Grunde kann sich das PTFE-Rohr infolge unterschiedlicher thermischer Ausdehnung oder mechanischer Schwingungen losreißen, wodurch wieder die elektrische Festigkeit im Inneren des Isolators so stark vermindert ist, daß während des Betriebes ein Durchschlag auftreten kann.

Eine Verbesserung ergibt sich aus der DT-AS 10 35 237, indem eine Reihe von rohrförmigen aneinanderliegenden Einzelisolierkörpern auf einen mit flüssigem Kunststoff getränkten Glasfaserstrang in noch plastischem Zustand aufgezogen werden, worauf anschließend das Aushärten des glasfaserverstärkten Kunststoffstranges erfolgt. Bei dieser Art der Herstellung eines Verbundisolators mit einer schützenden Außenschicht wird zwar die Verwendung von Klebern vermieden, in jedem Fall werden sich bei der Überführung vom flüssigen in den festen Zustand des Tränkharzes zwischen den Glasfasern Schrumpferscheinungen zeigen, die ins-

besondere an der Grenzschicht zwischen den innenliegenden Glasfasern und dem Schutzmantel auftreten, wodurch wieder die Gefahr eines elektrischen Durchschlages infolge atmosphärischer Feuchtediffusion gegeben ist.

Schließlich ist gemäß DT-OS 22 18 342 ein elektrischer Isolator aus Kunststoff vorgeschlagen worden, der ebenfalls aus einem glasfaserverstärkten Kern mit Außengewinde besteht, auf das witterungsbeständige Isolierteile aus Polytetrafluoräthylen aufgeschraubt werden. Bei diesem Isolator ist durch das Gewinde der innere Durchschlagsweg zwar verlängert, es ist jedoch nur eine Sache der Zeit, bis auch in diese Spalte Feuchtigkeit eindringt und der innere Durchschlag erzwungen wird.

Ausgehend von der Beseitigung der Mängel, wie sie im Stand der Technik genannt sind, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Streckentrennerisolator in Verbundbauweise mit hoher innerer Durchschlagfestigkeit und Witterungsbeständigkeit unter Betriebsbedingungen zu schaffen. Die notwendigen Maßnahmen hierfür sind in einer Kombination von richtiger Werkstoffauswahl und einem bestimmten Konstruktionsprinzip zu suchen. Ferner kann diese Wirkung nur durch entsprechende Verfahrensschritte verwirklicht werden.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Rohr mit radialer Vorspannung auf dem Glasfiberstab sitzt und sich zwischen der Innenfläche des Rohres und der Oberfläche des Stabes eine Übergangsschicht befindet, die in die Oberfläche sowohl des Fluorkohlenstoffpolymerisats als auch des Glasfiberstabes eindiffundiert.

Unter Einwirkung des elektrischen Feldes werden verstärkt Wassermoleküle in Richtung der hohen Feldstärke angezogen, die beim

Auftreffen auf den Isolierstoff in diesen hindurchdiffundieren und Spaltungsreaktionen im Isolierstoff hervorrufen können, so daß z. B. bei Verseifungsreaktionen leitfähige Produkte im Isolierstoff entstehen können, die den elektrischen Durchschlag einleiten. Demnach können nur solche Werkstoffe Verwendung finden, deren Atom- bzw. Molekülbindungen gegen einen Wasserangriff im elektrischen Feld resistent sind. Als solche haben sich die unverseifbaren Kunststoffe erwiesen. Die Verwendung dieser Werkstoffe reicht jedoch noch nicht aus. Sind kleinste Hohlräume vorhanden, dann kann das eindiffundierte Wasser in ihnen kondensieren und damit örtlich hohe Feldstärken ausbilden, die zum Durchschlag führen können. Dieser Gefahr wird dadurch begegnet, daß das Rohr den Glasfiberstab mit radialer Vorspannung umschließt und die erwähnte Übergangsschicht so beschaffen ist, daß sie in die Innenfläche des Rohres wie auch in den Glasfiberstab eindiffundieren kann. Damit sind nicht nur alle Hohlräume zwischen Glasfiberstab und umhüllenden Rohr ausgefüllt, es besteht auch noch eine Verzahnung der Werkstoffe, die sich damit im oberflächennahen Bereich gegenseitig durchdringen und damit einen elektrisch dichten Verbund bilden.

Eine zweckmäßige Weiterbildung des erfinderischen Gedankens ergibt sich daraus, daß die Übergangsschicht aus einer Ättschicht besteht, die auf die innere Oberfläche des Rohres aufgebracht wird und eine Bindung zum Harz des Glasfiberstabes ermöglicht. Sie wird hergestellt, indem metallisches Natrium in flüssigem, wasserfreien Ammoniak gelöst und auf die Rohroberfläche aufgetragen wird. Eine andere Möglichkeit der Anätzung besteht in der Verwendung von einer Ätzlösung aus metallischem Natrium, Naphtalin und Tetrahydrofuran. Nach einem weiteren Gedanken der Erfindung nimmt man für die Übergangsschicht eine thixotrop eingestellte Paste, deren chemische

Konsistenz unverseifbar ist und deren Einfriertemperatur unter  $-50^{\circ}$  C liegt. Derartige Pasten können hergestellt werden aus linearen und verzweigten Polydimethylsiloxanen und hochdisperser Kieselsäure. Geeignet sind auch Polysiloxane, deren organische Seitengruppen ganz oder teilweise aus Alkyl-, Aryl-, Fluoralkyl-, Wasserstoff- oder Silanolgruppen bestehen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung besteht das Rohr vorzugsweise aus Polytetrafluoräthylen (PTFE), das hoch witterungsbeständig, elektrisch hochwertig und wasser- und schmutzabweisend ist. Andere Fluorkohlenstoffpolymerisate können ebenfalls verwendet werden, z. B. Homo- und Mischpolymerisate, deren Seitengruppen ganz oder teilweise fluoriert sind, wie z. B. Fluor-Äthylen-Propylen-Polymerisate und Polyvinylidenfluorid.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden für den Glasfaserstab durchlaufende achsparallel angeordnete Glasfasern vorteilhaft aus E-Glas mit einem Glasgehalt zwischen 50 und 90 Gew.-% verwendet. Das Bindeharz zwischen den Glasfasern ist zur Realisierung höchster Zugkräfte aus einem dreidimensional vernetzten unverseifbaren Harz aufgebaut, z. B. Epoxidharze mit mehr als einer Epoxidgruppe je Mol des Bisphenol-A-Typs oder des Bisphenol-F-Typs oder eines Epoxinovolakes, die mit Dicarbonsäureanhydriden oder aromatischen Aminen gehärtet sind. Bei der Verwendung von innen geätzten Rohren ist ein Gemisch aus Epoxidharz, Maleinsäureanhydrid oder dem Anhydrid einer anderen ungesättigten Dicarbonsäure, Monostyrol sowie entsprechenden Vernetzern, wie z. B. Amine und Peroxide zweckmäßig, da die bei der Härtung dieses Gemisches entstehenden Radikale besonders dafür geeignet sind, mit den durch die Anätzung des Fluorkohlenstoffpolymers entstehenden Radikalen eine Bindung einzugehen, wobei die Ansprungtemperatur des Gemisches zweckmäßig wegen des Imprägnierungsvorganges höher als  $90^{\circ}$  C liegt.

Bei der Realisierung der geforderten radialen Vorspannung des Rohres auf dem Glasfiberstab treten erhebliche Probleme auf, denn die Rohre aus Fluorkohlenstoffpolymerisaten können wegen der hohen Schmelzpunkte der Polymerisate nur in speziellen Verfahrenstechniken hergestellt werden, die eine große Innendurchmessertoleranz ergeben. Andererseits ist es aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich, die Glasfiberstäbe einzeln den Durchmessern der Rohre anzupassen. Bei den vorliegenden Toleranzen ist ein großer Teil der Rohre nicht verwendbar, wenn mit Sicherheit eine Radialspannung im aufgeschobenen Rohr herrschen soll, weil die dazu erforderlichen Dehnungen nicht realisierbar sind.

Die Wanddicke des Rohres aus Fluorkohlenstoffpolymerisat hängt von verschiedenen Einflußgrößen ab, nämlich soll sie wegen der Aufheizzeiten bei der Herstellung des Isolators und aus Kostengründen möglichst klein sein, zum anderen aber wegen der erforderlichen Radialspannung eine möglichst große Wanddicke haben. Insbesondere bei Isolatoren, die in Fahrdrabtebene angeordnet sind und vom Stromabnehmer bestrichen werden, ist nur eine bestimmte Wanddicke zulässig, da sonst der Isolator in die Fahrdrabtebene hineinragen würde. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht auch darin, daß die Wandstärke des Rohres aus Fluorkohlenstoffpolymerisat zwischen 1 und 10 mm liegt. Bei befahrbaren Isolatoren ist es dabei zweckmäßig, die Wanddicke der Aufhängearmaturen in dem Teil, der dem Gleis zugewandt ist, so zu wählen, daß sie der Wanddicke des Rohres entspricht. Durch diese Maßnahme wird das Vorbeigleiten des Stromabnehmers nicht durch einen Materialsprung gestört, so daß die Bildung von Abreißfunken reduziert wird und keine zusätzlichen dynamischen Schläge auf den Isolator entstehen.

Die Lösung dieses Problems ergibt sich durch ein neues Herstellungsverfahren für Verbundisolatoren, das diesen Er-

forderungen Rechnung trägt. Gemäß der Erfindung ergeben sich zwei Herstellungsmethoden, die im Verfahren I und II näher beschrieben werden.

Der erfindungsgemäße Streckentrennerisolator wird an Hand einer Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1 gibt einen teilweisen Längsschnitt durch den Isolator wieder, während Fig. 2 eine Draufsicht auf den Isolator darstellt.

In Fig. 1 ist der Glasfiberstab mit 1 bezeichnet, auf dem sich das mit radialer Spannung auf ihm sitzende Rohr 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisat befindet.

Zwischen dem Glasfiberstab 1 und dem Rohr 2 befindet sich die nicht dargestellte Übergangsschicht. Mit 3 sind die Aufhängearmaturen bezeichnet, die nach bekannten Verfahren, wie Aufpressen oder Aufspießen des Glasfiberstabes 1 kraftschlüssig mit den Enden des Glasfiberstabes 1 verbunden sind. Der vorspringende Teil der Armatur 3 auf der dem Gleis abgewandten Seite ist mit 4 bezeichnet, in diesem Teil 4 wird das Rohr 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisat von der Aufhängearmatur 3 umschlossen. Die Linie 7 bezeichnet die Gleisebene. Das in Fig. 1 dargestellte Beispiel eines befahrbaren Isolators ist so ausgestellt, daß die Wanddicke 5 der Aufhängearmatur 3 in dem Teil, das der Gleisebene 7 zugewandt ist, die gleiche Wanddicke erhält wie die des Rohres 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisat. Zur Befestigung des Isolators an den Fahrdrabt sind in Fig. 1 und Fig. 2 beispielhaft Nocken 6 vorgesehen, mit deren Hilfe der Anschluß an Fahrdrabtklemmen vollzogen werden kann. Selbstverständlich können auch andere Befestigungselemente wie Bolzen, Klemmen, Nieten und Schrauben verwendet werden.

Im Hinblick auf die Erfordernisse des erfindungsgemäßen Streckentrennerisolators wurden zwei Herstellungsmethoden gefunden:

Verfahren I

1. Verwendung eines innen geätzten Rohres aus einem Fluorkohlenstoff-Polymerisat.
2. Herstellung eines länglichen Glasfaserbündels.
3. Imprägnierung des Faserbündels mit einer Epoxidharzmischung unter Vakuum oder ähnlicher Technik.
4. Einziehen des imprägnierten länglichen Faserbündels in das Rohr gemäß 1.
5. Hermetisches Verschließen der Rohrenden.
6. Einbringen des Rohres in eine 2-geteilte Form, deren Innenkontur derjenigen des Rohres entspricht.
7. Verriegeln der Formhälften miteinander und Aufheizen der Form, wobei das Rohr so lange in der Form bleibt, bis die Aushärtung des Imprägnierharzes erfolgt ist.
8. Entnahme des Rohres aus der Form und Auskühlung.
9. Entfernung eines Teils des Rohres an den Enden des Glasfiberstabes zur Befestigung der Aufhängearmaturen.

Der erhaltene Formkörper gemäß diesem Verfahren besteht aus einem Glasfiberstab 1, der infolge Ätzung der Innenwand des Rohres 2 eine feste und dauerhafte Verbindung mit dem Rohr 2 aus Fluorkohlenstoff-Polymerisat eingeht. Das Rohr 2 sitzt infolge des bei der Abkühlung sich verkleinernden Innendurchmessers des

Rohres 2 mit Radialspannung auf dem Glasfiberstab 1.

Die bei der Aufheizung des Rohres 2 in der zweiteiligen Form sich ergebende Ausdehnung des Epoxidharzes bewirkt, daß das Epoxidharz infolge steigenden Druckes in die Ättschicht des Rohres 2 eindiffundiert. Damit kommt eine gute Verbindung mit dem Rohr 2 zustande. Gegenüber den bekannten Verfahren, bei denen das Rohr 2 ohne Radialspannung auf den Glasfiberstab 1 unter Bildung eines Spaltes aufgeschoben wird, und der Spalt mit einem härtbaren Bindemittel gefüllt wird, besteht außerdem ein weiterer Vorteil. Das Bindemittel mit notwendigerweise anderen Ausdehnungskoeffizienten kann sich infolge thermischer Schwindung vom Rohr besonders beim Auftreten gleichzeitiger Zugspannungen und dynamischer Beanspruchungen vom Rohr 2 losreißen und die auftretenden Spalten können so zu elektrischen Durchschlägen zwischen Rohr 2 und Glasfiberstab 1 führen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt während des Aushärtvorgangs ein Preßdruck vor, der den chemischen Schwund des Imprägnierharzes vollkommen aufhebt. Durch die Radialspannung des Rohres 2 kann sich dieses auch bei höheren Betriebstemperaturen des Isolators nicht vom Glasfiberstab 1 lösen, da die Aushärttemperaturen des Imprägnierharzes wesentlich höher gewählt als die höchste Betriebstemperatur des Isolators, so daß stets eine Radialspannung im Rohr 2 vorhanden ist.

Gemäß der Erfindung ist auch ein anderes Verfahren möglich:

#### Verfahren II

1. Verwendung eines Rohres aus einem Fluorkohlenstoffpolymerisat.
2. Herstellung eines länglichen Glasfiberbündels.

3. Imprägnierung des Faserbündels mit einer Epoxidharzmischung unter Vakuum oder ähnlicher Technik.
4. Einziehen des imprägnierten länglichen Faserbündels in das Rohr gemäß 1.
5. Hermetisches Verschließen der Rohrenden.
6. Einbringen des Rohres in eine zweiteilige Form, deren Innenkontur derjenigen des Rohres entspricht.
7. Verriegeln der Formhälften miteinander und Aufheizen der Form, wobei das Rohr so lange in der Form verbleibt, bis die Aushärtung des Imprägnierharzes erfolgt ist.
8. Entnahme des Rohres aus der Form.
9. Entnahme des Glasfiberstabes aus dem Rohr.
10. Füllung des Rohres mit einer unverseifbaren thixotropen Paste, z. B. einem Polydimethylsiloxan mit hochdisperser Kieselsäure.
11. Einstreichen der Oberfläche des Glasfiberstabes mit der Paste gemäß 10.
12. Aufheizen des Rohres, das vorher auf die gewünschte Länge zugeschnitten wurde.
13. Aufschieben des Rohres gemäß 10 derart auf den Glasfiberstab, daß die Enden des Glasfiberstabes zur Aufnahme in die Aufhängearmatur frei bleiben.

Der erhaltene Formkörper gemäß Verfahren II besteht aus einem Glasfiberstab 1, der infolge der Radialspannung des Rohres 2 fest von diesem umschlossen ist. Die erfindungsgemäß verwendete

- 17 -  
17

Paste aus Polydimethylsiloxanen hat die Eigenschaft, sowohl in die Oberfläche des Rohres 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisat als auch in die Oberfläche des Glasfiberstabes 1 einzudiffundieren. Gegenüber den bekannten Verfahren ist eine Spaltbildung infolge thermischer oder mechanischer Dehnungen infolge der Radialspannung des Rohres 2 auf dem Glasfiberstab 1 ausgeschlossen. Gegenüber dem Formkörper nach dem Verfahren I besteht der Unterschied, daß bei Dehnungen des Glasfiberstabes unter Zugspannung und infolge dynamischer Beanspruchungen das Rohr den Dehnungen des Glasfiberstabes nicht folgen muß, d. h. es entstehen keine Schubspannungen in der Übergangsschicht zwischen Glasfiberstab 1 und Rohr 2. Die Radialspannung des Rohres 2 ist so bemessen, daß sie noch vorhanden ist, wenn infolge Längung des Glasfiberstabes 1 bei diesem eine Querkontraktion eintritt, d. h. , das Rohr "schwimmt" gewissermaßen auf dem Glasfiberstab.

Um bei Dehnungen des Glasfiberstabes 1 infolge Zugspannung eine Spaltbildung zwischen Rohr 2 und den Aufhängearmaturen 3 zu vermeiden, sind die Aufhängearmaturen 3 so ausgebildet, daß sie im Bereich des Eintritts des Glasfiberstabes 1 in die Aufhängearmatur 3 einen Teil des Rohres 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisates umschließen. Durch diese Ausbildung der Armatur ist gewährleistet, daß der Glasfiberstab 1 nicht der freien Atmosphäre ausgesetzt ist und die elektrischen Entladungen auf der Oberfläche des Isolierkörpers immer auf der Oberfläche des Fluorkohlenstoffpolymerisates stattfinden.

Weiterhin ist die Aufhängearmatur 3 so ausgebildet, daß der dem Rohr 2 aus Fluorkohlenstoffpolymerisat zugewendete Teil im Bereich der Umfassung des Rohres mit einem vorspringenden Teil 4 ausgestattet ist, der sich auf der Seite des Isolators befindet, die dem Gleis abgewandt ist. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß die beim Vorbeifahren des Stromabnehmers an der Unterseite des Isolators entstehenden Abreißfunken an der Aufhängearmatur 3 stets zur Oberseite des Isolators wandern und dort infolge thermischen Auftriebs

- 18 -

verlöschen können. Dies ist insbesondere auch deswegen notwendig, weil der Isolator praktisch in der Nähe der Fahrdrabtebene angeordnet sein muß und deshalb nicht mit Isolierschirmen ausgerüstet werden kann. Bei derartigen, waagerecht angeordneten schirmlosen Isolatoren bilden sich an der Unterseite des Rohres 2 bei Regen Wassertropfen, die einen Überscblag einleiten können, weil keine Schirme zur Unterbrechnung des Wasserfadens vorhanden sind. Durch die Ausgestaltung der Aufhängearmaturen 3 mit einem vorspringenden Teil 4 an der Oberseite des Isolators werden die Teillichtbögen an die Oberseite des Isolators gelenkt und dort zum Verlöschen gebracht.

Vorteilhafterweise wird dieser Isolator nicht mit Schirmen ausgestattet, da dann die Möglichkeit besteht, den Isolator direkt in die Fahrdrabtebene einzubringen. Durch das verwendete Fluorkohlenstoffpolymerisat als äußere Isolierschicht sind besondere Vorteile hinsichtlich der Wetterbeständigkeit, der UV-Beständigkeit, der Feuchtbeständigkeit und der Beständigkeit gegen Kriechströme und elektrische Lichtbögen gegeben. Die beispielhaft genannte Polytetrafluoräthylen-Oberfläche hat hervorragende Gleiteigenschaften, so daß der vorbeigleitende Stromabnehmer einer Lokomötive nicht abgerieben wird. Die hervorragende Verbundfestigkeit gegen elektrische Durchschlüsse zwischen PTFE und dem Glasfiberstab bei diesem Isolator macht es möglich, daß der Isolator in Fahrdrabtebene eingebaut werden kann, der Stöße des vorbeigleitenden Stromabnehmers ohne weiteres ertragen kann. Aus diesem Grunde kann der Isolator besonders leicht gebaut werden, da gegenüber anderen Isolatoren, die außerhalb der Fahrdrabtebene angeordnet werden müssen, kein zusätzlicher Querschnitt zur Aufnahme von Biegemomenten bereitgestellt werden muß. Ferner entfallen aufwendige Metallteile, die zum Einbau von Isolatoren außerhalb der Fahrdrabtebene notwendig sind. Der Isolator gemäß der Erfindung kann auf Grund seines niedrigen Gewichtes auch mit höheren Geschwindigkeiten befahren werden.

2741547

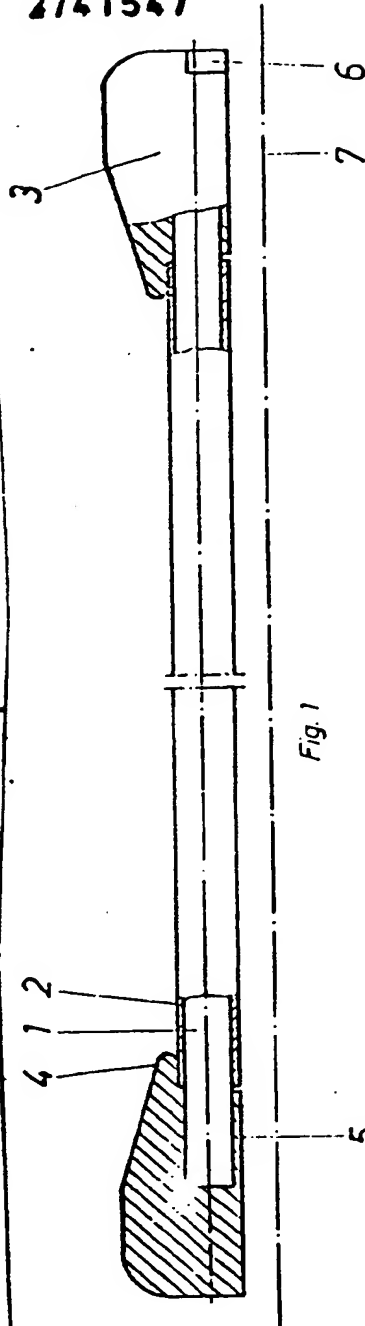


Fig. 1

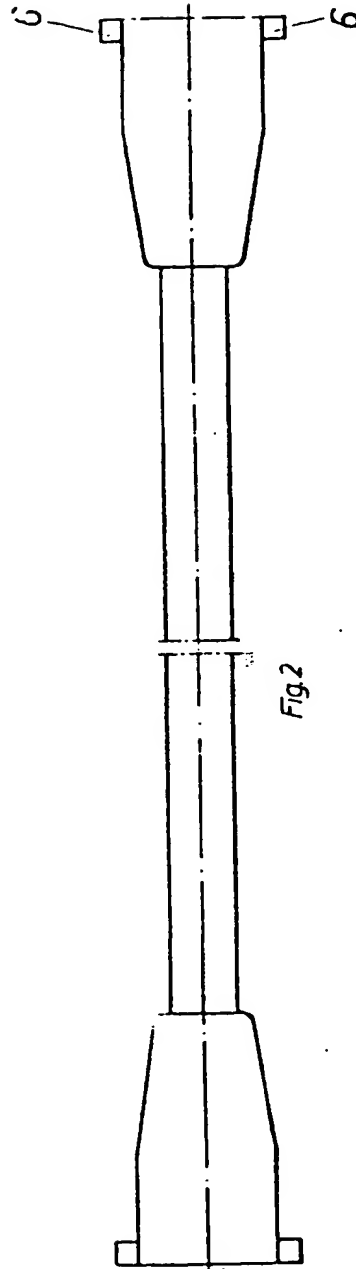


Fig. 2

R.T.P. 1326